

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

RECEIVED
OCT 05 2001
Technology Center 2600

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 5月12日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-140331

出 願 人
Applicant (s):

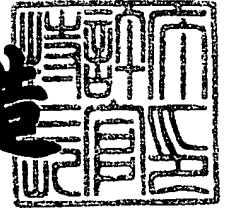
富士写真フイルム株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年10月 6日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3081338

【書類名】 特許願

【整理番号】 P24943J

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 G06T 3/00
G06T 5/50

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 大沢 哲

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073184

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐久間 剛

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814441

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像の位置合わせ方法および装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 比較対象となる同一被写体についての 2 つの画像を位置合わせする画像の位置合わせ方法であって、

前記 2 つの画像全体の概略位置合わせを行ない、

前記概略位置合わせによって概略位置合わせがなされた後の前記 2 つの画像中の、位置ずれ程度が高い局所領域を選択し、

少なくとも前記選択された局所領域についてさらに、再度の位置合わせを行なうことを特徴とする画像の位置合わせ方法。

【請求項 2】 前記概略位置合わせは、

前記 2 つの画像のうち少なくとも一方の画像全体に対して、回転、平行移動および拡大・縮小のうち少なくとも 1 つからなる変換処理を施すことによる大局的位置合わせであることを特徴とする請求項 1 記載の画像の位置合わせ方法。

【請求項 3】 前記概略位置合わせは、

前記 2 つの画像のうち一方の画像に対して、多数の小領域であるテンプレート領域を設定し、他方の画像に対して、前記一方の画像における各テンプレート領域にそれぞれ対応する、該各テンプレート領域よりも大きい領域の探索領域を設定し、前記各探索領域において、対応する前記テンプレート領域内の画像が略一致する部分領域を求め、前記各テンプレート領域と前記各部分領域との対応位置関係に基づいて、両画像のうち少なくとも一方の画像全体に対して、該両画像が略一致するように非線形歪変換処理を施すことによる局所的 position 合わせであることを特徴とする請求項 1 記載の画像の位置合わせ方法。

【請求項 4】 前記概略位置合わせは、

前記 2 つの画像のうち少なくとも一方の画像全体に対して、回転、平行移動および拡大・縮小のうち少なくとも 1 つからなる変換処理を施すことによる大局的位置合わせと、

前記大局的位置合わせがなされた後の 2 つの画像のうち一方の画像に対して、多数の小領域であるテンプレート領域を設定し、他方の画像に対して、前記一方

の画像における各テンプレート領域にそれぞれ対応する、該各テンプレート領域よりも大きい領域の探索領域を設定し、前記各探索領域において、対応する前記テンプレート領域内の画像が略一致する部分領域を求め、前記各テンプレート領域と前記各部分領域との対応位置関係に基づいて、両画像のうち少なくとも一方の画像全体に対して、該両画像が略一致するように非線形歪変換処理を施すことによる局所的位置合わせとからなる処理であることを特徴とする請求項 1 記載の画像の位置合わせ方法。

【請求項 5】 前記再度の位置合わせは、

前記位置ずれ程度が高い、前記 2 つの画像中の各局所領域のうち、一方の画像中の各局所領域にテンプレート領域を設定し、他方の画像中の各局所領域に探索領域を設定し、前記探索領域内において対応する前記テンプレート領域と画像の一致程度の高い部分領域を求め、前記各テンプレート領域および対応する前記各部分領域の各対応位置関係を求め、前記テンプレート領域および前記探索領域を、段階的に小さくしつつ、前記各対応位置に基づいて設定して、順次各対応位置関係を求める操作を繰り返し、最終的に求められた各対応位置関係に基づいて、前記概略位置合わせがなされた後の前記 2 つの画像のうち少なくとも一方の画像に対して、該両画像の前記位置ずれ程度が高い局所領域が略一致するように、変換処理を施すことによる処理であることを特徴とする請求項 1 から 4 のうちいずれか 1 項に記載の画像の位置合わせ方法。

【請求項 6】 前記位置ずれ程度が高い領域の選択は、

前記 2 つの画像にそれぞれ対応する多数の局所領域を設定し、該両画像の対応する局所領域間で画像の位置ずれ程度をそれぞれ各別に求め、前記求められた位置ずれ程度に基づいて行なうことを特徴とする請求項 1 から 5 のうちいずれか 1 項に記載の画像の位置合わせ方法。

【請求項 7】 前記局所領域間の画像の位置ずれ程度は、前記対応する局所領域間でそれぞれ各画素値差の絶対値の総和値により求め、

前記位置ずれ程度が高い局所領域の選択は、前記画素値差の絶対値の総和値について閾値処理することにより行なうことを特徴とする請求項 6 記載の画像の位置合わせ方法。

【請求項 8】 前記 2 つの画像が、撮影時点が互いに異なる時系列の画像であることを特徴とする請求項 1 から 7 のうちいずれか 1 項に記載の画像の位置合わせ方法。

【請求項 9】 前記画像が医療用放射線画像であることを特徴とする請求項 1 から 8 のうちいずれか 1 項に記載の画像の位置合わせ方法。

【請求項 1 0】 比較対象となる同一被写体についての 2 つの画像を位置合わせする画像の位置合わせ装置であって、

前記 2 つの画像全体の概略位置合わせを行なう概略位置合わせ手段と、

前記概略位置合わせによって概略位置合わせがなされた後の前記 2 つの画像中の、位置ずれ程度が高い局所領域を選択する領域選択手段と、

少なくとも前記領域選択手段により選択された局所領域についてさらに、再度の位置合わせを行なう再位置合わせ手段とを備えたことを特徴とする画像の位置合わせ装置。

【請求項 1 1】 前記概略位置合わせ手段が、

前記 2 つの画像のうち少なくとも一方の画像全体に対して、回転、平行移動および拡大・縮小のうち少なくとも 1 つからなる変換処理を施すことによる大局的位置合わせ処理を行なう大局的位置合わせ手段であることを特徴とする請求項 1 0 記載の画像の位置合わせ装置。

【請求項 1 2】 前記概略位置合わせ手段が、

前記 2 つの画像のうち一方の画像に対して、多数の小領域であるテンプレート領域を設定し、他方の画像に対して、前記一方の画像における各テンプレート領域にそれぞれ対応する、該各テンプレート領域よりも大きい領域の探索領域を設定し、前記各探索領域において、対応する前記テンプレート領域内の画像が略一致する部分領域を求めるテンプレートマッチング処理手段と、

前記テンプレートマッチング処理手段により得られた前記各テンプレート領域と前記各部分領域との対応位置関係に基づいて、両画像のうち少なくとも一方の画像全体に対して、該両画像が略一致するように非線形歪変換処理を施すことによる局所的 position 合わせ処理を行う局所的 position 合わせ手段とを備えたものであることを特徴とする請求項 1 0 記載の画像の位置合わせ装置。

【請求項 1 3】 前記概略位置合わせ手段が、

前記 2 つの画像のうち少なくとも一方の画像全体に対して、回転、平行移動および拡大・縮小のうち少なくとも 1 つからなる変換処理を施すことによる大局的位置合わせ処理を行なう大局的位置合わせ手段と、

前記大局的位置合わせがなされた後の 2 つの画像のうち一方の画像に対して、多数の小領域であるテンプレート領域を設定し、他方の画像に対して、前記一方の画像における各テンプレート領域にそれぞれ対応する、該各テンプレート領域よりも大きい領域の探索領域を設定し、前記各探索領域において、対応する前記テンプレート領域内の画像が略一致する部分領域を求めるテンプレートマッチング処理手段と、

前記テンプレートマッチング処理手段により得られた前記各テンプレート領域と前記各部分領域との対応位置関係に基づいて、両画像のうち少なくとも一方の画像全体に対して、該両画像が略一致するように非線形歪変換処理を施すことによる局所的位置合わせ処理を行う局所的位置合わせ手段とを備えたものであることを特徴とする請求項 1 0 記載の画像の位置合わせ装置。

【請求項 1 4】 前記再位置合わせ手段が、

前記位置ずれ程度が高い、前記 2 つの画像中の各局所領域のうち、一方の画像中の各局所領域にテンプレート領域を設定し、他方の画像中の各局所領域に探索領域を設定し、前記探索領域内において対応する前記テンプレート領域と画像の一致程度の高い部分領域を求め、前記各テンプレート領域および対応する前記各部分領域の各対応位置関係を求め、前記テンプレート領域および前記探索領域を、段階的に小さくしつつ、前記各対応位置に基づいて設定して、順次各対応位置関係を求める操作を繰り返して最終的な各対応位置関係を求める段階的テンプレートマッチング処理手段と、

前記求められた最終的な各対応位置関係に基づいて、前記概略位置合わせがなされた後の前記 2 つの画像のうち少なくとも一方の画像に対して、該両画像の前記位置ずれ程度が高い局所領域が略一致するように変換処理を施す部分位置合わせ手段とを備えたものであることを特徴とする請求項 1 0 から 1 3 のうちいずれか 1 項に記載の画像の位置合わせ装置。

【請求項 1 5】 前記領域選択手段が、

前記 2 つの画像にそれぞれ対応する多数の局所領域を設定し、該両画像の対応する局所領域間で画像の位置ずれ程度をそれぞれ各別に求め、前記求められた位置ずれ程度に基づいて、前記位置ずれ程度が高い領域を選択するものであることを特徴とする請求項 1 0 から 1 4 のうちいずれか 1 項に記載の画像の位置合わせ装置。

【請求項 1 6】 前記領域選択手段が、

前記局所領域間の画像の位置ずれ程度を、前記対応する局所領域間でそれぞれ各画素値差の絶対値の総和値により求め、前記画素値差の絶対値の総和値について閾値処理することにより、前記位置ずれ程度が高い局所領域を選択するものであることを特徴とする請求項 1 5 記載の画像の位置合わせ装置。

【請求項 1 7】 前記 2 つの画像が、撮影時点が互いに異なる時系列の画像であることを特徴とする請求項 1 0 から 1 6 のうちいずれか 1 項に記載の画像の位置合わせ装置。

【請求項 1 8】 前記画像が医療用放射線画像であることを特徴とする請求項 1 0 から 1 7 のうちいずれか 1 項に記載の画像の位置合わせ装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は画像の位置合わせ方法および位置合わせ装置に関し、詳細には、同一被写体についての 2 つの画像の位置合わせの改良に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来より、同一被写体についての 2 以上の画像を比較読影して、両画像間の差異を調べ、その差異に基づいて被写体の検査などを行うことが、種々の分野において行われている。

【0 0 0 3】

例えば工業製品の製造分野においては、ある製品について新品の状態の時に撮影された画像と、当該製品の耐久試験後に撮影された画像とを比較読影して、両

者の差異の大きな部位に注目することにより、製品の耐久性を向上させるべき部位を検討することが行われており、また医療分野においては、ある患者の疾患部位について時系列的に撮影された複数枚の放射線画像を医師が比較読影することにより、当該疾患の進行状況や治療状況を把握して治療方針を検討することが行われている。

【 0 0 0 4 】

このように 2 以上の画像を比較読影することが日常的に各種の分野で行われているが、その比較読影のために、これら 2 以上の画像を画像表示装置等に表示させる場合がある。すなわち画像を濃度信号や輝度信号に変換したうえで、画像表示装置等に表示し、またはプリンターによりフィルム等の媒体に出力するのである。

【 0 0 0 5 】

ここで比較読影の対象となる 2 以上の画像を出力する場合、それらの画像を単に並べて出力するのが一般的であるが、比較読影を行なう場合に読影者にとって最も関心があるのはこれらの画像間の差異である。しかし、上述したように例えば 2 つの画像を単に並べてこの差異を発見するのは、その差異が小さい程困難であり、比較読影の性能向上が求められている。

【 0 0 0 6 】

そこで一般的には、比較読影の対象とされる 2 以上の画像間で画素を対応させた減算処理をはじめとした画像間演算を行なって、上記差異を抽出・強調することが行われる（特願平 11-342900 号等）。このように画像間の差異のみが抽出・強調されることにより、読影者に対して画像間の差異を確実に視認させることができるため、進行または治療する病変部の見落としを防止することができると思われる。

【 0 0 0 7 】

ところでこの画像間演算の前提となるのは、比較対象すなわち画像間演算の対象となる 2 つの画像間で精度良く位置合わせがなされている必要がある。精度よく位置合わせがなされていないと、画素を対応させた画像間演算により画像中の構造物のアーティファクトが生じるからである。

【 0 0 0 8 】

一方、比較対象となる2つの画像は、時系列的に同時に撮影された画像だけでなく、時間的に離れた2つの時点でそれぞれ取得されたものである場合が多く、それぞれの取得時において、被写体の撮影体位のずれ、誤差等により、得られた2つの画像間には通常、位置ずれが存在する。したがって、画像間演算に先立って、これらの位置ずれを予め補正する必要がある。

【 0 0 0 9 】

そこで比較対象となる同一被写体についての2つの画像のうち少なくとも一方の画像全体に対して、回転、平行移動および拡大・縮小等の大局的位置合わせ（アフィン変換等の線形変換）や、局所領域ごとのテンプレートマッチングにより得られた対応位置関係に基づく非線形歪変換（例えば2次元多項式によるカーブフィッティングを用いた非線形歪み変換等）処理（ワーピング）による局所位置合わせ、またはこれら大局的位置合わせと局所位置合わせとを組み合わせるなどの概略位置合わせが行なわれている（特開平7-37074号、同8-335721号等）。そしてこのような概略位置合わせ処理によれば、画像全体について、ある程度の位置合わせを実現することができる。

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、例えば胸部放射線画像における肋骨のように、近接する局所間に類似のテクスチャーが存在する場合等には、上述した概略位置合わせ処理では、一部の局所領域において、なお位置ずれが残る場合がある。

【 0 0 1 1 】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであって、比較対象となる2つの画像の位置ずれを従来よりもさらに抑制して、精度の高い位置合わせを実現することができる画像の位置合わせ方法および装置を提供することを目的とするものである。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

本発明の画像の位置合わせ方法および装置は、画像全体に処理を施して2つの

画像の概略位置合わせを行ない、この概略位置合わせによってもなお位置ずれ程度が高い一部の局所領域を選択し、この選択された局所領域および必要に応じてその近傍領域についてのみさらに再位置合わせ処理を施すことにより、その位置ずれ程度が高かった局所領域の位置ずれ程度を低くすることができ、画像全体の位置ずれ程度を従来よりも抑制したものである。

【 0 0 1 3 】

すなわち本発明の画像の位置合わせ方法は、比較対象となる同一被写体についての2つの画像を位置合わせする画像の位置合わせ方法であって、

前記2つの画像全体に対して処理を施して該両画像の概略位置合わせを行ない

前記概略位置合わせによって概略位置合わせがなされた後の前記2つの画像中の、位置ずれ程度が高い局所領域を選択し、

少なくとも前記選択された局所領域についてさらに、再度の位置合わせを行なうことを特徴とするものである。

【 0 0 1 4 】

ここで被写体には、人体等の他、動植物、工業製品、地形、天体、風景等あらゆるものが含まれる。

【 0 0 1 5 】

比較対象となる2つの画像は、高度な位置合わせ精度が求められる画像間演算に供されるものを適用するのが好ましく、この画像間演算としては、特に、2つの画像をそれぞれ表す画像情報間の画素を対応させた減算処理が適用されるものが好ましい。この場合、単純な減算であってもよいし、重み付けを行なったうえでの減算であってもよい。減算処理によって得られた画像間演算画像は一般にサブトラクション画像と称され、このサブトラクション画像としては、時系列的に略同時に撮影して得られたエネルギー分布の互いに異なる2つの原画像（＝オリジナルの画像；高圧画像（通常の放射線画像）および低圧画像（高圧抑制画像））に基づいて（単純減算または荷重減算によって）得られるエネルギーサブトラクション画像、時系列的に異なる時期に撮影して得られた2つの原画像に基づいて得られる経時サブトラクション画像、造影剤の注入前後にそれぞれ撮影して得ら

れる血管の2つの原画像に基づいて得られるDSA（デジタルサブトラクション・アンギオグラフィ）画像等が含まれる。

【0016】

さらに上記画像としては、位置ずれが生じやすい、撮影時点が互いに異なる時系列の画像であることが望ましく、また、特に医療用放射線画像を適用するのが好ましい。

【0017】

本発明の画像位置合わせ方法において、概略位置合わせとしては、2つの画像のうち少なくとも一方の画像全体に対して、回転、平行移動および拡大・縮小のうち少なくとも1つからなる変換処理（アフィン変換等）を施すことによる大局的位置合わせや、2つの画像のうち一方の画像に対して、多数の小領域であるテンプレート領域を設定し、他方の画像に対して、一方の画像における各テンプレート領域にそれぞれ対応する、各テンプレート領域よりも大きい領域の探索領域を設定し、各探索領域において、対応するテンプレート領域内の画像が略一致する部分領域を求め、各テンプレート領域と各部分領域との対応位置関係に基づいて、両画像のうち少なくとも一方の画像全体に対して、両画像が略一致するように非線形歪変換処理（例えば2次元多項式によるカーブフィッティングを用いた非線形歪み変換等）を施すことによる局所的位置合わせなどを適用するのが好ましい。画像全体の概略位置合わせとして、ある程度の位置ずれを解消させることができるからである。また、概略位置合わせとして、上記大局的位置合わせを行なったうえでさらに上記局所位置合わせを行なうもの（特開平7-37074号、同8-335721号等）を適用してもよい。なお、探索領域内における部分領域は、テンプレート領域との間で例えば相互相関値が最も大きい値を示す領域や画素値差の絶対値の総和が最も小さい値を示す領域として求めればよい。

【0018】

位置ずれ程度が高い領域の選択は、両画像間で位置ずれ程度が高い局所領域を任意に手動で設定することによって行なってもよいし、両画像の全体に亘って、位置ずれ程度の高低に拘わらずそれぞれ多数の局所領域を自動的に設定して対応する局所領域間で位置ずれ程度をそれぞれ各別に求め、その求められた位置ずれ

程度に基づいて位置ずれ程度の高い局所領域を自動的に選定することによって行なってもよいが、手動で設定することによる労力を省くうえで、自動的に選定する方法を適用するのが好ましい。この場合、画像の位置ずれ程度として、対応する局所領域間でそれぞれ各画素値差の絶対値の総和値により求め、位置ずれ程度が高い局所領域の選択としては、画素値差の絶対値の総和値について閾値処理することにより行なうのが実用上好ましい。ただし、位置ずれ程度として、その他の指標値（例えば、正規化相互相関値等）を適用することを排除するものではなく、このような指標値を用いて、位置ずれ程度が高い局所領域を選択するようにしてもよい。また両画像の対応する局所領域は、両画像において同一中心、同一形状の領域（例えば矩形形状の領域）を適用すればよい。手動で位置ずれ程度が高い領域を選択する場合は、一方の画像中でその局所領域を設定すると、他方の画像中において、一方の画像中で設定した局所領域と同一位置、同一の大きさの局所領域が自動的に設定されるようにするのが好ましい。2つの画像に同一位置、同一サイズの領域を手動で正確に設定するのは一般に困難だからである。

【 0 0 1 9 】

「少なくとも前記選択された局所領域についてさらに再度の位置合わせを行なう」とは、その選択された局所領域を主として再位置合わせの対象とするものであるが、その局所領域だけを処理した場合、隣接する局所領域が選択されていない場合には、同一画像上の選択されて処理された局所領域と選択されずに処理されない局所領域との境界において位置ずれが生じる虞があるため、選択された局所領域だけでなく、必要に応じてその選択された局所領域の近傍領域についてもさらに再度の位置合わせを行なうようにしてもよいことを意味するものであり、選択された局所領域とともに、選択されなかった全ての局所領域も含めて、画像を一体的に再度の位置合わせに供することを意味するものではない。

【 0 0 2 0 】

再度の位置合わせとしては、位置ずれ程度が高い、2つの画像中の各局所領域のうち、一方の画像中の各局所領域にテンプレート領域を設定し、他方の画像中の各局所領域に探索領域を設定し、探索領域内において対応するテンプレート領域と画像の一致程度の高い部分領域を求め、各テンプレート領域および対応する

前記分領域の各対応位置関係を求め、テンプレート領域および探索領域を、段階的に小さくしつつ、前記各対応位置に基づいて設定して、順次各対応位置関係を求める操作を繰り返し、最終的に求められた各対応位置関係に基づいて、概略位置合わせがなされた後の2つの画像のうち少なくとも一方の画像に対して、両画像の位置ずれ程度が高い局所領域が略一致するように、変換処理を施すことによる処理を適用するのが好ましい。テンプレート領域および探索領域を順次段階的に小さくしながら、一致程度が高くなるような対応位置関係を順次求め、この対応位置関係に基づいて位置合わせを行なうことにより、画像自体が不自然に歪むのを防止しつつ、従来よりも位置ずれを抑制し、高精度に位置ずれを解消させることができる。

【 0 0 2 1 】

すなわち、小さい領域（テンプレート領域および探索領域）を用いてより位置合わせ状態（一致程度）の良い対応位置を求めることにより、当該局所領域についての位置合わせ精度を高めることができる。この場合、用いる領域は小さければ小さいほど、位置合わせ精度を高めることができるので好ましいが、位置合わせ状態の良い対応位置（最適対応位置）を求めるのに、単純に小さい領域を用いた場合には、探索領域内で、本来の最適位置対応位置ではない部分領域と偶然に最高の一致程度が得られるというローカルミニマムに陥る場合があり、各局所領域ごとに求められる最適対応位置が、近接する局所領域間で全く異なる方向に移動させなければ得られない位置になる事態が生じ、局所領域中の画像部分が不自然に歪む可能性がある。そこで、最適対応位置を求めるのに、大きい領域から順次段階的に小さい領域を用いて段階的に対応位置関係を求めることにより、ローカルミニマムに陥るのを防止して、局所領域中の画像部分が不自然に歪むのを防止することができる。

【 0 0 2 2 】

本発明の画像の位置合わせ装置は、本発明の画像の位置合わせ方法を実施するための装置であって、比較対象となる同一被写体についての2つの画像を位置合わせする画像の位置合わせ装置において、

前記2つの画像全体に対して処理を施して該両画像の概略位置合わせを行なう

概略位置合わせ手段と、

前記概略位置合わせによって概略位置合わせがなされた後の前記 2 つの画像中の、位置ずれ程度が高い局所領域を選択する領域選択手段と、

少なくとも前記領域選択手段により選択された局所領域についてさらに、再度の位置合わせを行なう再位置合わせ手段とを備えたことを特徴とするものである。

【 0 0 2 3 】

ここで概略位置合わせ手段としては、2 つの画像のうち少なくとも一方の画像全体に対して、回転、平行移動および拡大・縮小のうち少なくとも 1 つからなる変換処理を施すことによる大局的位置合わせ処理を行なう大局的位置合わせ手段や、2 つの画像のうち一方の画像に対して、多数の小領域であるテンプレート領域を設定し、他方の画像に対して、一方の画像における各テンプレート領域にそれぞれ対応する、該各テンプレート領域よりも大きい領域の探索領域を設定し、各探索領域において、対応するテンプレート領域内の画像が略一致する部分領域を求めるテンプレートマッチング処理手段と、テンプレートマッチング処理手段により得られた前記各テンプレート領域と前記各部分領域との対応位置関係に基づいて、両画像のうち少なくとも一方の画像全体に対して、該両画像が略一致するように非線形歪変換処理を施すことによる局所的 position 合わせ処理を行う局所的 position 合わせ手段など、もしくはこれら大局的位置合わせ手段と局所 position 合わせ手段との両方を備えたものなどを適用するのが好ましい。

【 0 0 2 4 】

領域選択手段としては、両画像間で位置ずれ程度が高い局所領域を任意に手動で設定することによって位置ずれ程度が高い局所領域を選択するものであってもよいし、両画像の全体に亘って、位置ずれ程度の高低に拘わらずそれぞれ多数の局所領域を自動的に設定して対応する局所領域間で位置ずれ程度をそれぞれ各別に求め、その求められた位置ずれ程度に基づいて位置ずれ程度の高い局所領域を自動的に選定することによって位置ずれ程度が高い局所領域を選択するものであってもよいが、手動で設定することによる労力を省くうえで、自動的に選定するものを適用するのが好ましい。この場合、領域選択手段は、局所領域間の画像の

位置ずれ程度を、対応する局所領域間でそれぞれ各画素値差の絶対値の総和値により求め、画素値差の絶対値の総和値について閾値処理することにより、位置ずれ程度が高い局所領域を選択するものを適用するのがさらに好ましい。

【 0 0 2 5 】

再位置合わせ手段としては、位置ずれ程度が高い、前記 2 つの画像中の各局所領域のうち、一方の画像中の各局所領域にテンプレート領域を設定し、他方の画像中の各局所領域に探索領域を設定し、前記探索領域内において対応する前記テンプレート領域と画像の一致程度の高い部分領域を求め、前記各テンプレート領域および対応する前記各部分領域の各対応位置関係を求め、前記テンプレート領域および前記探索領域を、段階的に小さくしつつ、前記各対応位置に基づいて設定して、順次各対応位置関係を求める操作を繰り返して最終的な各対応位置関係を求める段階的テンプレートマッチング処理手段と、求められた最終的な各対応位置関係に基づいて、前記概略位置合わせがなされた後の前記 2 つの画像のうち少なくとも一方の画像に対して、該両画像の前記位置ずれ程度が高い局所領域が略一致するように変換処理を施す部分位置合わせ手段とを備えたものを適用するのが好ましい。

【 0 0 2 6 】

【発明の効果】

本発明の画像の位置合わせ方法および装置によれば、画像全体に処理を施して 2 つの画像の概略位置合わせを行ない、この概略位置合わせによってもなお位置ずれ程度が高い一部の局所領域だけを選択し、この選択された局所領域および必要に応じてその局所領域近傍の領域について、さらに再位置合わせ処理を施すことにより、胸部放射線画像における肋骨のように、近接する局所間に類似のテクスチャーが存在するために概略位置合わせ処理では一部の局所領域においてなお位置ずれが残る場合であっても、その位置ずれ程度が高かった局所領域の位置ずれ程度を低くすることができ、画像全体の位置ずれ程度を従来よりも抑制することができ、位置合わせ精度を向上させることができる。

【 0 0 2 7 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の画像の位置合わせ方法および装置の具体的な実施の形態について図面を用いて説明する。図 1 は本発明の位置合わせ方法の一実施態様の処理フローを示すフローチャート、図 2 は図 1 に示した処理フローを実施する画像位置合わせ装置の一実施態様を示す図である。また図 3 は、図 2 に示した実施形態の画像位置合わせ装置 1 0 により位置合わせがなされる 2 つの画像 P 1, P 2 を示すものであり、同一患者についての、撮影時期を異にして撮影された胸部画像（放射線画像）である。なお第 1 画像 P 1 は時系列的に第 2 画像 P 2 よりも古い時期に撮影された画像であって、いわゆる過去画像であり、第 2 画像 P 2 は第 1 画像 P 1 よりも新しい現在画像である。またこれらの画像は、画像間で画素を対応させたサブトラクション処理を行なって経時サブトラクション画像を取得するための画像である。

【 0 0 2 8 】

これら 2 つの画像 P 1, P 2 を比較読影する場合、医師等の読影者は、現在画像である第 2 画像 P 2 を基準にして比較する場合が多いため、本実施形態の画像位置合わせ装置においては、第 2 画像 P 2 が基準となるように作用するものとして以下に説明するが、第 1 画像 P 1 が基準となるように、第 1 画像 P 1 と第 2 画像 P 2 とを入れ替えて作用するものとしてもよい。

【 0 0 2 9 】

図 2 に示した画像位置合わせ装置 1 0 は、比較対象となる同一被写体についての 2 つの画像 P 1, P 2 全体の概略位置合わせを行なう概略位置合わせ手段 1 4 と、概略位置合わせによって概略位置合わせがなされた後の 2 つの画像 P 1'（概略位置合わせのために第 1 画像 P 1 に処理を施して得られた画像）、P 2 中の、位置ずれ程度が高い局所領域を選択する領域選択手段 1 5 と、領域選択手段 1 5 により選択された局所領域およびその近傍領域についてさらに、再度の位置合わせを行なう再位置合わせ手段 1 6 とを備えた構成である。

【 0 0 3 0 】

概略位置合わせ手段 1 4 は、両画像 P 1, P 2 のうち取得時期が古い方の第 1 画像 P 1 全体に対して、回転、平行移動および拡大・縮小等のアフィン変換を施すことにより、両画像 P 1, P 2 を大局的に位置合わせ（グローバルマッチング

）する大局的位置合わせ手段 1 1 と、この大局的位置合わせがなされた後の両画像 $P 1'$ （大局的位置合わせのために第 1 画像 $P 1$ に処理（アフィン変換）を施して得られた画像）、 $P 2$ のうち基準となる新しい方の画像である第 2 画像 $P 2$ に多数の矩形小領域であるテンプレート領域 T を設定するとともに、アフィン変換して得られた第 1 画像 $P 1'$ に、各テンプレート領域 T にそれぞれ対応する、これらの各テンプレート領域 T よりも大きいサイズの探索領域 R を設定し、各探索領域 R において対応する各テンプレート領域 T の画像がそれぞれ略一致する部分領域 T' を求め、各テンプレート領域 T と各部分領域 T' との対応位置関係を求めるテンプレートマッチング処理手段 1 2 と、このテンプレートマッチング処理手段 1 2 により得られた両領域 T 、 T' の対応位置関係に基づいて、第 1 画像 $P 1'$ の各部分領域 T' が第 2 画像 $P 2$ の各テンプレート領域 T に略合致するように、第 1 画像 $P 1'$ 全体を一体的に非線形変換（例えば 2 次元 1 0 次多項式を用いたカーブフィッティングである非線形歪変換（ワーピング））して両画像 $P 1'$ 、 $P 2$ の全体を局所的な単位で位置合わせ処理（ローカルマッチング）する局所位置合わせ手段 1 3 とを備えた構成である。

【 0 0 3 1 】

領域選択手段 1 2 は、概略位置合わせがなされた後の両画像 $P 1''$ 、 $P 2$ のそれぞれに、図 8 に示すように、互いに対応する同一位置を中心とする同一形状（例えば、縦 1 6 画素×横 1 6 画素の矩形形状）の多数の ROI （ $ROI 1$ 、 $ROI 1'$ 、 $ROI 2$ 、 $ROI 2'$ 、 $ROI 3$ 、 $ROI 3'$ 、…）を設定し、対応する ROI （例えば $ROI 1$ と $ROI 1'$ 、 $ROI 2$ と $ROI 2'$ など）間でそれぞれ、その ROI 内に含まれる画素（位置が対応する画素）同士の値（第 2 画像 $P 2$ における ROI 内の画素の画素値 $A(i, j)$ 、変換後の第 1 画像 $P 1''$ における ROI' 内の画素の画素値 $B(i, j)$ ）の差（ $= |A(i, j) - B(i, j)|$ ）の総和値 D_s （ $= \sum \sum |A(i, j) - B(i, j)|$ ）を、各 ROI 間の位置ずれ程度を表す指標として求め、得られた総和値 D_s を予め設定した閾値 K と比較処理し、閾値 K よりも総和値 D_s が大きい（ $D_s > K$ ） ROI を位置ずれ程度が高い局所領域として、再位置合わせ処理の対象として選択し、閾値 K よりも総和値 D_s が大きくない（ $D_s \leq K$ ） ROI を位置ずれ程度が低い局

所領域として、再位置合わせ処理の対象としては選択しない作用をなす。

【 0 0 3 2 】

再位置合わせ手段 1 6 は、図 9 に示すように、領域選択手段 1 5 により選択された位置ずれ程度が高い R O I についてさらに、テンプレート領域（テンプレート R O I）および探索領域（探索 R O I）を用いて、テンプレート R O I と画像の一致程度の高い部分領域を求め、このテンプレート領域と部分領域とに基づいてこれらの対応位置関係（シフト量）を求め、テンプレート領域および探索領域を、段階的に小さくしつつ、前段階の各対応位置関係に基づいて設定して、順次各段階ごとの対応位置関係を求める操作を繰り返し、最終的に得られた対応位置関係（本実施形態においては、各段階での対応位置関係（シフト量）を集積した集積対応位置関係）を求める段階的テンプレートマッチング処理手段 1 6 a と、段階的テンプレートマッチング処理手段 1 6 a により得られた最終的な対応位置関係に基づいて、概略位置合わせがなされた後の両画像 P' , P 2 中の位置ずれ程度が高い一部の局所領域が略一致するように、第 1 画像 P 1' 中の選択された局所領域およびその近傍領域に対して位置合わせのための変換処理を施す部分位置合わせ手段 1 6 b とを備えた構成である。

【 0 0 3 3 】

段階的テンプレートマッチング処理手段 1 6 a は具体的には図 1 0 の処理フローに示すように、

(1) 基準となる第 2 画像 P 2 には、その R O I の中心 (x 0 , y 0) を中心とする第 1 テンプレート領域（例えば、縦 8 0 画素×横 8 0 画素の矩形形状）T R (T R 1 , T R 2 , …) を設定し、第 1 画像 P 1' には第 1 テンプレート領域 T R と同一の中心 (x 0 , y 0) を有し、第 1 テンプレート領域 T R より大きい領域（例えば、縦 9 2 画素×横 9 2 画素の矩形形状）の第 1 探索領域 R R (R R 1 , R R 2 , …) を設定し、互いに対応する第 1 テンプレート領域 T R および第 1 探索領域 R R の各組 (T R 1 と R R 1 の組, T R 2 と R R 2 の組等) において、第 1 テンプレート領域 T R と画像の一致程度（例えば正規化相互相関値を指標とする）が高い、第 1 探索領域 R R 内の第 1 部分領域 t R を求め、各第 1 テンプレート領域 T R と各第 1 部分領域 t R との対応位置関係である第 1 位置関係を求め

、この第1位置関係に基づいて第1テンプレート領域 TR を第1部分領域 tR に一致させるための移動量である第1シフト量 $(+\Delta x, +\Delta y)$ を算出し、

(2) 次にこの第1シフト量 $(+\Delta x, +\Delta y)$ に基づいて、第2画像 $P2$ には、元の中心 (x_0, y_0) を中心とする第2テンプレート領域(例えば、縦48画素×横48画素の矩形形状) TR' (TR'_1, TR'_2, \dots)を設定し、第1画像 $P1''$ には、第1部分領域 tR の中心 (x_0, y_0) から第1シフト量 $(+\Delta x, +\Delta y)$ だけ移動した位置 (x', y') ($= (x_0 + \Delta x, y_0 + \Delta y)$)に中心を有し、第2テンプレート領域 TR' より大きく、かつ第1探索領域 RR より小さい領域(例えば、縦56画素×横56画素の矩形形状)の第2探索領域 RR' (RR'_1, RR'_2, \dots)を設定し、互いに対応する第2テンプレート領域 TR' および第2探索領域 RR' の各組(TR'_1 と RR'_1 の組, TR'_2 と RR'_2 の組等)において、第2テンプレート領域 TR' と画像の一致程度(例えば画素値の差の絶対値の総和を指標とする)が高い、第2探索領域 RR' 内の第2部分領域 tR' を求め、各第2テンプレート領域 TR' と各第2部分領域 tR' との対応位置関係である第2位置関係を求め、この第2位置関係に基づいて第2テンプレート領域 TR' を第2部分領域 tR' に一致させるための移動量である第2シフト量 $(+\Delta x', +\Delta y')$ を算出し、

(3) 次に第2シフト量 $(+\Delta x', +\Delta y')$ に基づいて、第2画像 $P2$ には、元の中心 (x_0, y_0) を中心とする第3テンプレート領域(例えば、縦16画素×横16画素の矩形形状) TR'' (TR''_1, TR''_2, \dots)を設定し、第1画像 $P1''$ には、第2部分領域 tR' の中心 (x', y') から第2シフト量 $(+\Delta x', +\Delta y')$ だけ移動した位置 (x'', y'') ($= (x' + \Delta x', y' + \Delta y') = (x_0 + \Delta x + \Delta x', y_0 + \Delta y + \Delta y')$)に中心を有し、第3テンプレート領域 TR'' より大きく、かつ第2探索領域 RR' より小さい領域(例えば、縦20画素×横20画素の矩形形状)の第3探索領域 RR'' (RR''_1, RR''_2, \dots)を設定し、互いに対応する第3テンプレート領域 TR'' および第3探索領域 RR'' の各組(TR''_1 と RR''_1 の組, TR''_2 と RR''_2 の組等)において、第3テンプレート領域 TR'' と画像の一致程度(例えば画素値の差の絶対値の総和を指標とする)が高い、第3探索領域 RR'' 内の第3部

分領域 tR'' を求め、各第3テンプレート領域 TR'' と各第3部分領域 tR'' との対応位置関係である第3位置関係を求め、この第3位置関係に基づいて第3テンプレート領域 TR'' を第3部分領域 tR'' に一致させるための移動量である第3シフト量 $(+\Delta x'', +\Delta y'')$ を算出し、

(4) 各ROI (ROI_1, ROI_2, \dots) の中心ごとの最終的な移動(シフト)量 $(+\Delta x_i (i=1, 2, \dots), +\Delta y_i)$ (=第1シフト量+第2シフト量+第3シフト量) を算出する作用をなす。

【0034】

段階的テンプレートマッチング処理手段16aはさらに、上述した各ROIごとに算出された中心の移動量 $(+\Delta x_i, +\Delta y_i)$ に基づいて、第2画像P2中の各ROI内の全画素の移動量を、例えば近傍4点(各ROIの中心点)の移動量を用いた補間演算(線形補間、スプライン補間、ベジェ補間等)により求める作用をなす。

【0035】

部分位置合わせ手段16bは詳しくは、段階的テンプレートマッチング処理手段16aにより求められた第2画像P2の各画素の移動量に基づいて、第1画像P1'のROIおよびその近傍領域に対してのみワーピング(Warping)を施して、両画像P1', P2の位置合わせを行なう作用をなす。なお部分位置合わせ手段16bが、位置ずれ程度の高いROI, ROI' についてのみ、テンプレート領域および探索領域を設定する作用をなすため、位置ずれ程度の低いROI(再位置合わせの必要がないROI)についての、その中心の最終的な対応位置のシフト量 $(+\Delta x_i, +\Delta y_i)$ は一律に(0, 0)と設定し、第2画像P2の全ROIの中心点のシフト量を設定し、これらに基づいて、後述する近傍4点(各ROIの中心点)のシフト量を用いた補間演算により、第2画像P2のROIおよびその近傍領域の各画素のシフト量を求めるようにすればよい。

【0036】

次に本実施形態の位置合わせ装置11の作用を説明する。

【0037】

まず時系列的に取得された2つの画像P1およびP2(図3)が、概略位置合

わせ手段 1 4 の大局的位置合わせ手段 1 1 に入力される。大局的位置合わせ手段 1 1 は入力された 2 つの画像 P 1 および P 2 について、時系列的に新しい方の第 2 画像 P 2 を基準として、第 1 画像 P 1 にアフィン変換を施して第 2 画像 P 2 に大局的に位置合わせする（図 4 参照）。

【 0 0 3 8 】

続いてテンプレートマッチング処理手段 1 2 が、大局的に位置合わせされた両画像 P 1' , P 2 のうち第 2 画像 P 2 に、多数の矩形小領域であるテンプレート領域 T 2 を施すとともに、第 1 画像 P 1' に対して、第 2 画像 P 2 の各テンプレート領域 T 2 にそれぞれ対応する、これらの各テンプレート領域 T 2 よりも大きい領域の探索領域 R 1 を設定し、各探索領域 R 1 において、第 2 画像 P 2 の各テンプレート領域 T 2 がそれぞれ略一致する部分領域 T 1 を求め（図 5 参照）、第 2 画像 P 2 における各テンプレート領域 T 2 と、第 1 画像 P 1' における各部分領域 T 1 とに基づいて、両領域 T 1 , T 2 間の対応位置関係（シフト量）を算出する。

【 0 0 3 9 】

次いで、局所位置合わせ手段 1 3 が、テンプレートマッチング処理手段 1 2 により算出された対応位置関係に基づいて、第 1 画像 P 1' の各部分領域 T 1 が第 2 画像 P 2 の各テンプレート領域 T 2 にそれぞれ略合致するように、アフィン変換された後の第 1 画像 P 1' 全体に非線形歪変換処理を施して（図 6 参照）、両画像 P 1'' （アフィン変換された後の第 1 画像 P 1' に非線形歪変換処理を施して得られた画像）、P 2 の局所的な位置合わせを行なう。

【 0 0 4 0 】

以上の概略位置合わせ処理により、両画像 P 1'' , P 2 は全体的にある程度の精度で位置合わせ（概略位置合わせ）がなされる。しかし、この概略位置合わせ処理によってもなお一部の局所領域において位置ずれが残る場合がある。

【 0 0 4 1 】

そこで本実施形態の画像位置合わせ装置 1 0 は、これら概略位置合わせがなされた画像 P 1'' , P 2 に対して、領域選択手段 1 5 が、未だ位置ずれ程度が高い局所領域を選択し、その選択された一部の局所領域についてさらに再位置合わせ

手段 1 6 が再位置合わせを行なう。

【 0 0 4 2 】

すなわち、概略位置合わせがなされた後の両画像 $P 1''$, $P 2$ は領域選択手段 1 5 に入力され、領域選択手段 1 5 は、入力された両画像 $P 1''$, $P 2$ にそれぞれ図 7 および 8 に示すように、互いに対応する同一位置を中心とする同位置形状の多数の ROI を設定する。つまり、第 1 画像 $P 1''$ に対しては、ROI 1'、ROI 2'、ROI 3'、…という ROI を設定し、第 2 画像 $P 2$ に対しては、ROI 1、ROI 2、ROI 3、…という ROI を設定する。そして、対応する ROI (例えば ROI 1 と ROI 1'、ROI 2 と ROI 2' など) 間でそれぞれ、その ROI 内に含まれる画素 (位置が対応する画素) 同士の値 (第 2 画像 $P 2$ における ROI 内の画素の画素値 $A(i, j)$ 、変換後の第 1 画像 $P 1''$ における ROI' 内の画素の画素値 $B(i, j)$) の差 ($= |A(i, j) - B(i, j)|$) の総和値 $D_s (= \sum \sum |A(i, j) - B(i, j)|)$ を、各 ROI 間の位置ずれ程度を表す指標として求める。

【 0 0 4 3 】

さらに領域選択手段 1 5 は、得られた総和値 D_s を予め設定した閾値 K と比較処理し、閾値 K よりも総和値 D_s が大きい ($D_s > K$) ROI を位置ずれ程度が高い局所領域として、再位置合わせ処理の対象として選択し、閾値 K よりも総和値 D_s が大きくない ($D_s \leq K$) ROI を位置ずれ程度が低い局所領域として、再位置合わせ処理の対象としては選択しない。なお、「再位置合わせ処理の対象としては選択しない」とは、以下の再位置合わせ処理のための、その局所領域の中心位置の最終的な対応位置関係 (シフト量) を 0 (ゼロ) にすることを意味するものであり、厳密には当該中心位置以外の画素については対応位置関係 (シフト量) の算出や再位置合わせ処理の変換処理の対象になり得るものである。

【 0 0 4 4 】

次に、段階的テンプレートマッチング処理手段 1 6 a が、入力された両画像 $P 1''$, $P 2$ に対して、図 1 0 の処理フローに示すように、基準となる第 2 画像 $P 2$ には、その ROI の中心 (x_0, y_0) を中心とする第 1 テンプレート領域 (例えば、縦 8 0 画素 × 横 8 0 画素の矩形形状) $TR (TR_1, TR_2, \dots)$ を設

定し、第1画像P1''には、第1テンプレート領域TRと同一の中心(x_0 , y_0)を有し、第1テンプレート領域TRより大きい領域(例えば、縦92画素×横92画素の矩形形状)の第1探索領域RR(RR_1 , RR_2 , ...)を設定し、互いに対応する第1テンプレート領域TRおよび第1探索領域RRの各組において、第1テンプレート領域TRと画像の一致程度(例えば正規化相互相関値を指標とする)が高い、第1探索領域RR内の第1部分領域tRを求める。この一致程度が高いか否かの判定は、予め設定された閾値との比較により行えばよい。そして、段階的テンプレートマッチング処理手段16aは、各第1テンプレート領域TRと各第1部分領域tRとの対応位置関係である第1位置関係を求め、この第1位置関係に基づいて第1テンプレート領域TRを第1部分領域tRに一致させるための移動量である第1シフト量($+\Delta x$, $+\Delta y$)を算出する。

【0045】

例えば図11に示すように、1つの第1テンプレート領域TR2(中心(x_0 , y_0); 同図(1))を対応する第1探索領域RR2(中心(x_0 , y_0); 同図(2))内で探索し、最も一致程度が高い第1部分領域tR2の中心が(x' , y')であるとする、第1シフト量($+\Delta x$, $+\Delta y$)は、

$$(+\Delta x, +\Delta y) = (x' - x_0, y' - y_0)$$

となる。

【0046】

段階的テンプレートマッチング処理手段16aは次に、第2画像P2には、その中心(x_0 , y_0)を中心とし、第1テンプレート領域TRより小さい領域である第2テンプレート領域(例えば、縦48画素×横48画素の矩形形状)TR'(TR'_1, TR'_2, ...)を設定し、第1画像P1''には、第1部分領域tRの中心(x_0 , y_0)から第1シフト量($+\Delta x$, $+\Delta y$)だけ移動した位置(x' , y')(= $x_0 + \Delta x$, $y_0 + \Delta y$)に中心を有し、第2テンプレート領域TR'より大きく、かつ第1探索領域RRより小さい領域(例えば、縦56画素×横56画素の矩形形状)の第2探索領域RR'(RR'_1, RR'_2, ...)を設定し、互いに対応する第2テンプレート領域TR'および第2探索領域RR'の各組(TR'_1とRR'_1の組, TR'_2とRR'_2の組等)におい

て、第2テンプレート領域 TR' と画像の一致程度（例えば画素値の差の絶対値の総和を指標とする）が高い、第2探索領域 RR' 内の第2部分領域 tR' を求める。この一致程度が高いか否かの判定も、予め設定された閾値との比較により行えばよい。そして、段階的テンプレートマッチング処理手段16aは、各第2テンプレート領域 TR' と各第2部分領域 tR' との対応位置関係である第2位置関係を求め、この第2位置関係に基づいて第2テンプレート領域 TR' を第2部分領域 tR' に一致させるための移動量である第2シフト量 $(+\Delta x', +\Delta y')$ を算出する。

【0047】

例えば図12に示すように、1つの第2テンプレート領域 TR'_2 （中心 (x_0, y_0) ；同図（1））を対応する第2探索領域 RR'_2 （中心 (x', y') ；同図（2））内で探索し、最も一致程度が高い第2部分領域 tR'_2 の中心が (x'', y'') であるとする、第2シフト量 $(+\Delta x', +\Delta y')$ は、

$$\begin{aligned} (+\Delta x', +\Delta y') &= (x'' - x', y'' - y') \\ &= (x'' - x_0 - \Delta x, y'' - y_0 - \Delta y) \end{aligned}$$

となる。

【0048】

段階的テンプレートマッチング処理手段16aはさらに同様に、第2画像 P_2 には、その中心 (x_0, y_0) を中心とし、第2テンプレート領域 TR' より小さい領域である第3テンプレート領域（例えば、縦16画素×横16画素の矩形形状） TR'' （ TR''_1, TR''_2, \dots ）を設定し、第1画像 P_1'' には、第2部分領域 tR の中心 (x', y') から第2シフト量 $(+\Delta x', +\Delta y')$ だけ移動した位置 (x'', y'') （ $= (x' + \Delta x', y' + \Delta y')$ ）に中心を有し、第3テンプレート領域 TR'' より大きく、かつ第2探索領域 RR' より小さい領域（例えば、縦20画素×横20画素の矩形形状）の第3探索領域 RR'' （ RR''_1, RR''_2, \dots ）を設定し、互いに対応する第3テンプレート領域 TR'' および第3探索領域 RR'' の各組（ TR''_1 と RR''_1 の組、 TR''_2 と RR''_2 の組等）において、第3テンプレート領域 TR'' と画像の一致程度（例えば画素値の差の絶対値の総和を指標とする）が高い、第3探索領域 RR'' 内の第

3 部分領域 tR'' を求める。この一致程度が高いか否かの判定も、予め設定された閾値との比較により行えばよい。そして、段階的テンプレートマッチング処理手段 1 6 a は、各第 3 テンプレート領域 TR'' と各第 3 部分領域 tR'' との対応位置関係である第 3 位置関係を求め、この第 3 位置関係に基づいて第 3 テンプレート領域 TR'' を第 3 部分領域 tR'' に一致させるための移動量である第 3 シフト量 $(+\Delta x'', +\Delta y'')$ を算出する。

【0049】

例えば、1 つの第 3 テンプレート領域 TR''_2 (中心 (x_0, y_0)) を対応する第 3 探索領域 RR''_2 (中心 (x'', y'')) 内で探索し、最も一致程度が高い第 3 部分領域 tR''_2 の中心が (x°, y°) であるとする、第 3 シフト量 $(+\Delta x'', +\Delta y'')$ は、

$$\begin{aligned} (+\Delta x'', +\Delta y'') &= (x^\circ - x'', y^\circ - y'') \\ &= (x^\circ - x_0 - \Delta x - \Delta x' \\ &\quad, y^\circ - y_0 - \Delta y - \Delta y') \end{aligned}$$

となる。

【0050】

以上のように、各局所領域について段階的に小さく設定されたテンプレート領域および探索領域に基づいて、両画像 $P1''$, $P2$ の各局所領域ごと ($i = 1, 2, \dots$) の、それらの中心のシフト量 $(+\Delta x_i (i = 1, 2, \dots), +\Delta y_i)$ は、

$$\begin{aligned} (+\Delta x_i, +\Delta y_i) &= (x^\circ_i - x_{0i}, y^\circ_i - y_{0i}) \\ &= (\Delta x_i + \Delta x'_i + \Delta x''_i \\ &\quad, \Delta y_i + \Delta y'_i + \Delta y''_i) \end{aligned}$$

となり、段階的テンプレートマッチング処理手段 1 6 a は、この第 2 画像 $P2$ についての各局所領域中心ごとの最終的なシフト量 $(+\Delta x_i, +\Delta y_i)$ を算出する。なお、前述したように、再位置合わせ処理の対象としては選択されなかった局所領域にの中心についてはシフト量 $(+\Delta x_i, +\Delta y_i)$ を $(0, 0)$ と一律に設定する。

【0051】

さらに段階的テンプレートマッチング処理手段 1 6 a は、上述した各 R O I ごとに算出された中心のシフト量 $(+\Delta x_i, +\Delta y_i)$ に基づいて、第 2 画像 P 2 中の各 R O I 内の全画素のシフト量を、例えば近傍 4 点（各 R O I の中心点）のシフト量を用いた線形補間により求める。なお、線形補間以外の補間演算（スプライン補間、ベジェ補間、N U R B S 補間（重み付け B スプライン補間）等）を適用してもよく、また、補間演算に用いる金傍点数も 4 点に限られるものではなく、補間演算の種類等に合わせて適宜設定することができる（例えば、近傍 1 6 点等）。

【 0 0 5 2 】

すなわち、図 1 3 に示すように第 2 画像中のテンプレート領域 T R 1, T R 2, ..., T R 1 1, T R 1 2, ... が並んでいる場合、テンプレート領域 T R 1 の中心のシフト量は、上述したように $(+\Delta x_1, +\Delta y_1)$ ($+\Delta x_i$ において $i = 1$ 、 $+\Delta y_i$ において $i = 1$ としたもの；以下、同様。)、テンプレート領域 T R 2 の中心のシフト量は $(+\Delta x_2, +\Delta y_2)$ 、テンプレート領域 T R 1 1 の中心のシフト量は $(+\Delta x_{11}, +\Delta y_{11})$ 、テンプレート領域 T R 1 2 の中心のシフト量は $(+\Delta x_{12}, +\Delta y_{12})$ であり、この 4 つのテンプレート領域 T R 1, T R 2, T R 1 1, T R 1 2 の 4 つの中心点で囲まれる範囲内に存在する各画素 (x, y) についてのシフト量 $(+\Delta x(x), +\Delta y(y))$ は、図 1 4 に示すように、2 次元面内における線形補間演算を適用することにより

$$\begin{aligned}\Delta x(x) &= (1-u)(1-v)\Delta x_1 + u(1-v)\Delta x_2 \\ &\quad + (1-u)v\Delta x_{11} + uv\Delta x_{12} \\ \Delta y(y) &= (1-u)(1-v)\Delta y_1 + u(1-v)\Delta y_2 \\ &\quad + (1-u)v\Delta y_{11} + uv\Delta y_{12}\end{aligned}$$

と求められる。

【 0 0 5 3 】

以上のようにして段階的テンプレートマッチング処理手段 1 6 a により求められた、第 2 画像 P 2 中の選択された R O I 内およびその近傍領域の各画素 (x, y) のシフト量 $(+\Delta x(x), +\Delta y(y))$ に基づいて、再位置合わせ手段

16の部分位置合わせ手段16bが、第1画像P1"中の選択されたROI内およびその近傍領域の画素に対してワーピング(Warping)を施して、両画像P1", P2の再位置合わせを行なう。

【0054】

なお第1画像P1"の一部に対してワーピング施して得られた画像P°(以下、単に第1画像P°という)は、第2画像P2とは画素配列が異なるため、後に画素を対応させたサブトラクション処理がなされる場合や、表示等されることを考慮して、基準となる第2画像P2と画素配列を一致させる必要がある。そこで、部分位置合わせ手段16bはさらに、図15に示すように、第1画像P°の画素に対して2次元面内での線形補間処理を施して、下記の通りの画素値を算出する。

【0055】

$$\begin{aligned} g(x + \Delta x, y + \Delta y) = & (1-u)(1-v)g(x_1, y_1) \\ & + u(1-v)g(x_2, y_2) \\ & + (1-u)v g(x_{11}, y_{11}) \\ & + uv g(x_{12}, y_{12}) \end{aligned}$$

以上のように、本実施形態の画像位置合わせ装置によれば、画像全体に処理を施して2つの画像P1, P2の概略位置合わせを行ない、この概略位置合わせによってもなお位置ずれ程度が高い一部の局所領域だけを選択し、この選択された局所領域およびその局所領域近傍の領域について、さらに再位置合わせ処理を施すことにより、概略位置合わせ処理では一部の局所領域においてなお位置ずれが残る場合であっても、その位置ずれ程度が高かった局所領域の位置ずれ程度を低くすることができ、画像全体の位置ずれ程度を従来よりも抑制することができ、位置合わせ精度を向上させることができる。したがってこの位置合わせ装置により高精度に位置合わせされた両画像P1°, P2を用い、これら両画像P1°, P2に対して画素を対応させた画像間演算を施して得られる画像間演算画像(例えば図16に示すようなサブトラクション画像P_{su}(=P2-P1°); 符号Lは第2画像P2に現れた腫瘍陰影を表す)は、両画像の位置ずれによって生じるアーティファクトが極めて抑制されたものとなり、比較読影の対象として極めて

有効な画像となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の画像の位置合わせ方法の一実施態様の処理フローを示すフローチャート

【図 2】

図 1 に示した処理フローを実施する画像位置合わせ装置の一実施態様を示す図

【図 3】

図 2 に示した実施形態の画像位置合わせ装置により位置合わせされる 2 つの画像 P 1, P 2 を示す図

【図 4】

グローバルマッチングを説明する図

【図 5】

ローカルマッチングを説明する図

【図 6】

非線形歪変換処理を説明する図

【図 7】

再度の位置合わせの対象となる領域選択の処理の詳細を示すフローチャート

【図 8】

再度の位置合わせの対象となる領域選択のために設定する局所領域を示す図

【図 9】

再位置合わせ手段の構成を示す図

【図 1 0】

再位置合わせ処理の詳細を示すフローチャート

【図 1 1】

第 1 テンプレート領域 T R 2、第 1 探索領域 R R 2 および第 1 部分領域 t R 2 の対応関係を示す図

【図 1 2】

第 2 テンプレート領域 T R' 2、第 2 探索領域 R R' 2 および第 2 部分領域 t

R' 2 の対応関係を示す図

【図 1 3】

第 2 画像 P 2 中の各テンプレート領域 T R を示す図

【図 1 4】

近傍 4 点を用いた線形補間を説明する図

【図 1 5】

再位置合わせ後の第 1 画像 P 1° の画素に対する近傍 4 点を用いた 2 次元面内での線形補間処理を説明する図

【図 1 6】

第 1 画像 P 1°、第 2 画像 P 2 およびこれらから得られたサブトラクション画像 P su を示す図

【符号の説明】

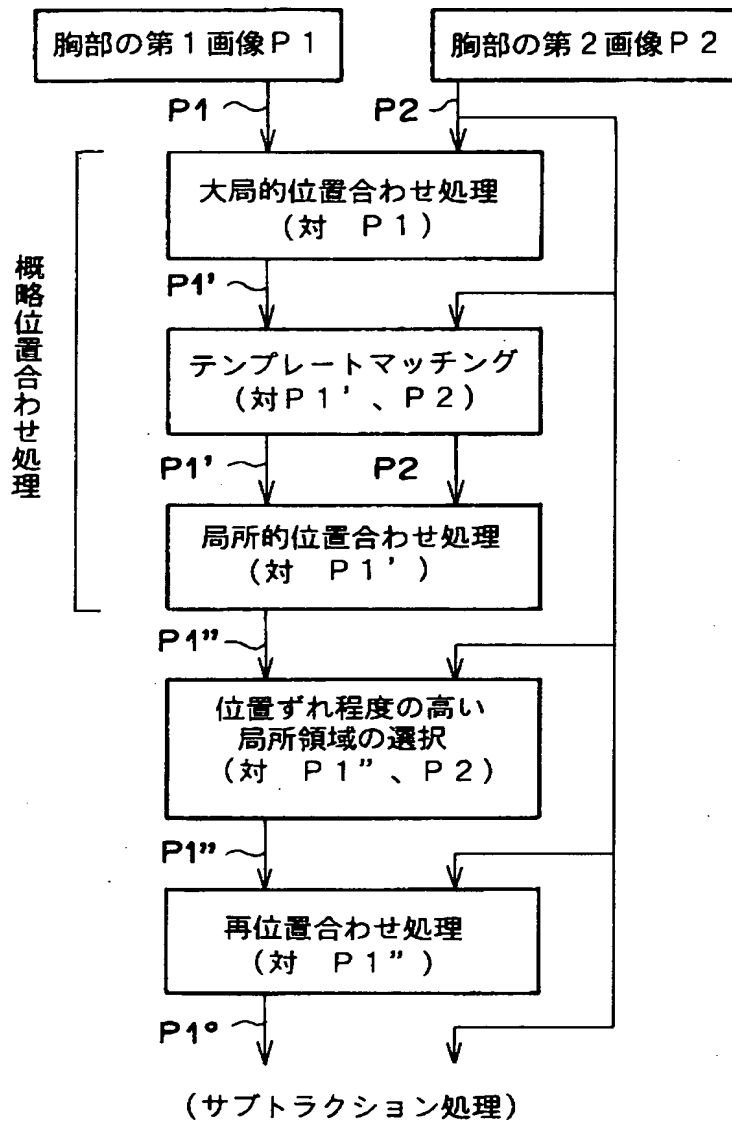
- 11 画像位置合わせ装置
- 11 大局的位置合わせ手段
- 12 テンプレートマッチング処理手段
- 13 局所位置合わせ手段
- 14 概略位置合わせ手段
- 15 領域選択手段
- 16 再位置合わせ手段

P1, P2 画像

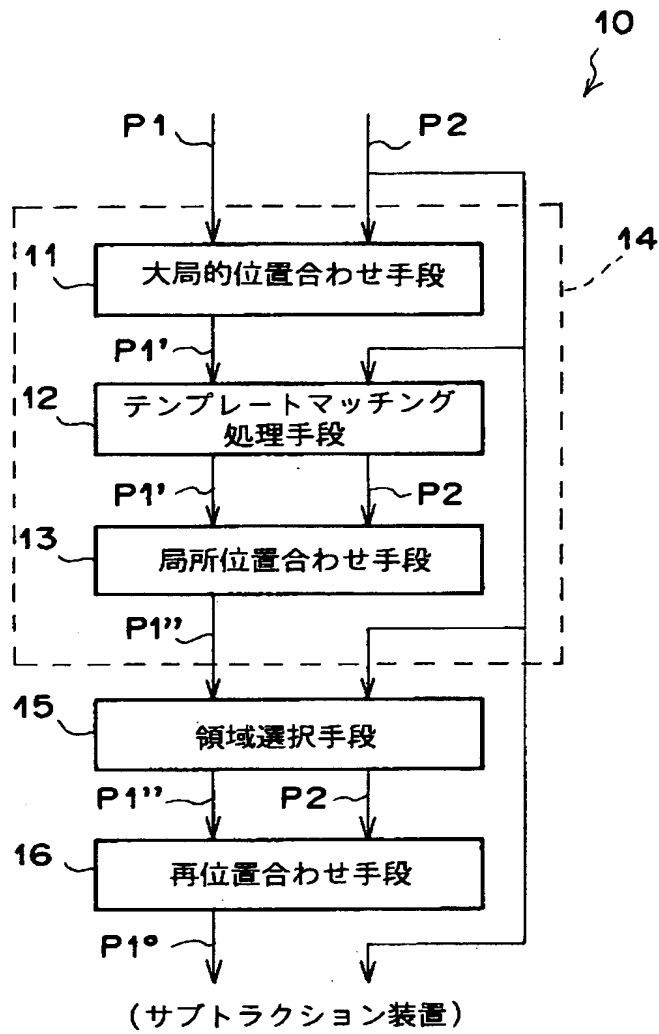
【書類名】

図面

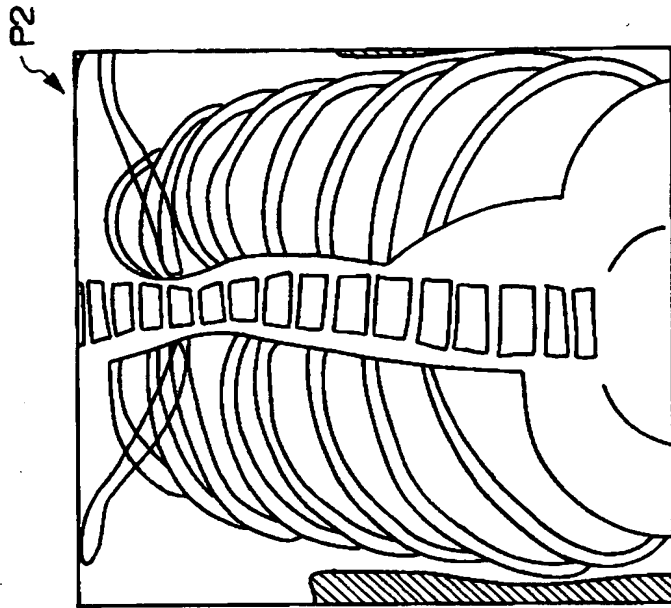
【図 1】



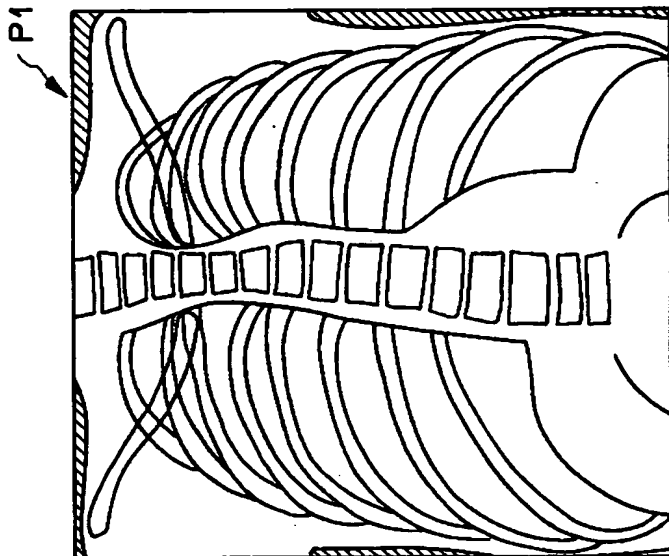
【図 2】



【図 3】

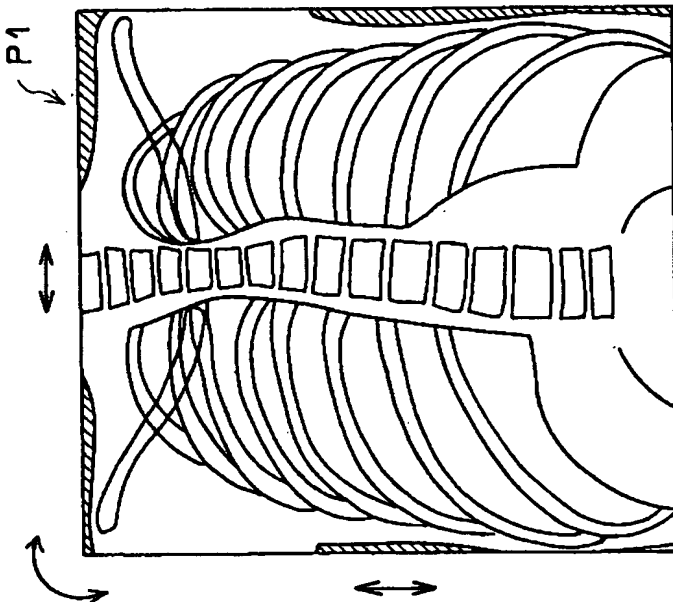
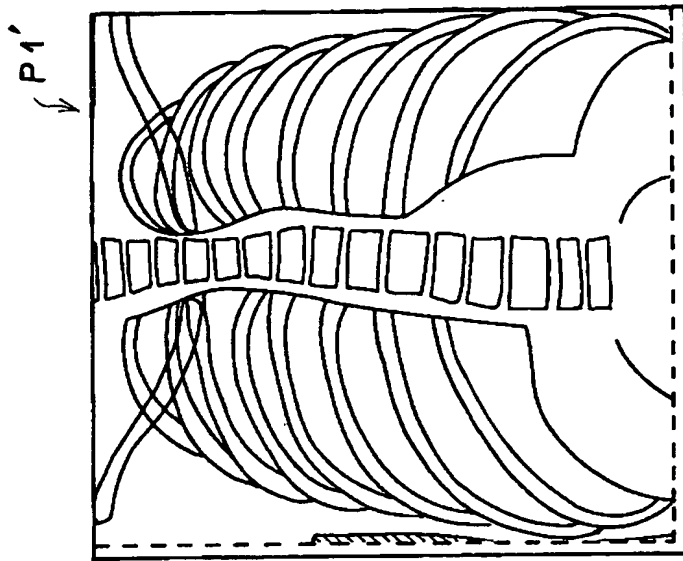


(2)

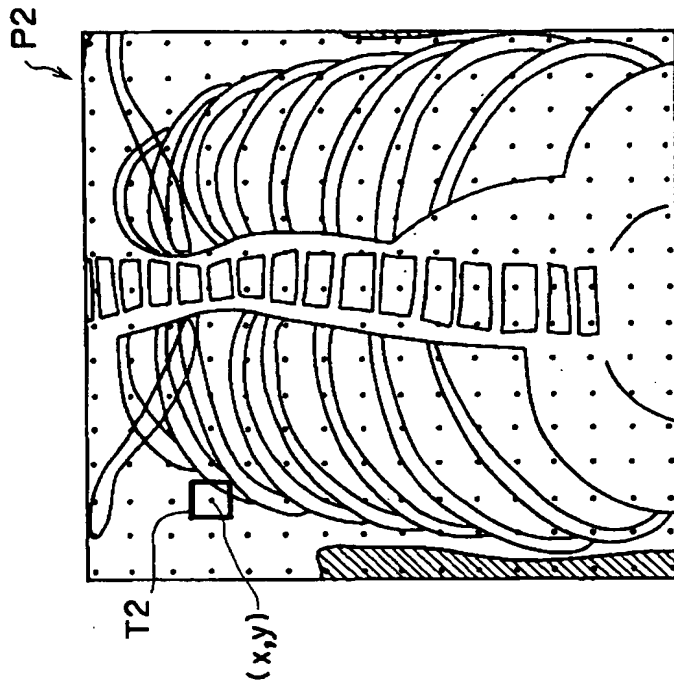
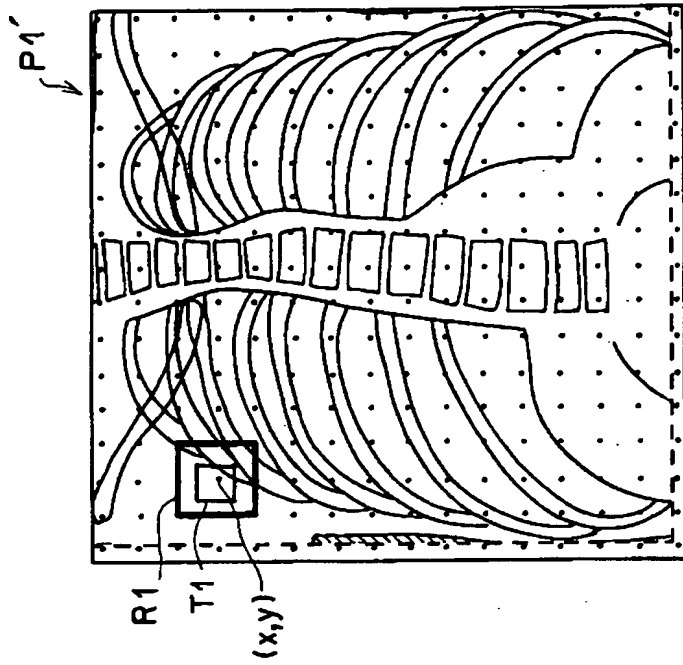


(1)

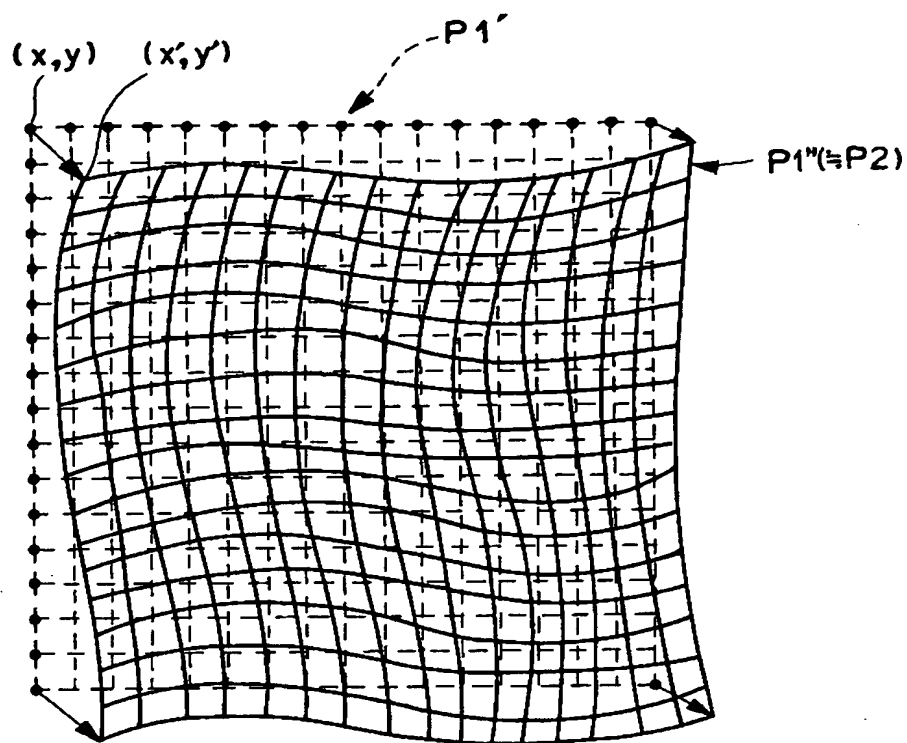
【図 4】



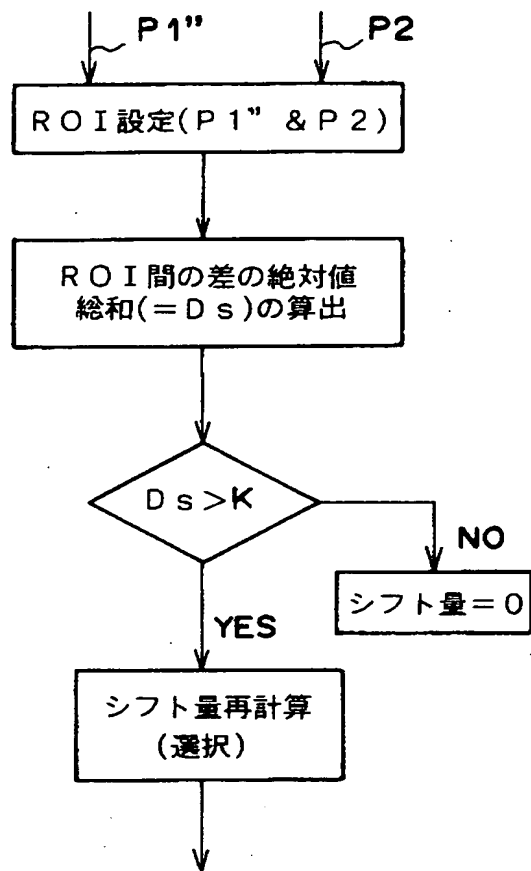
【図 5】



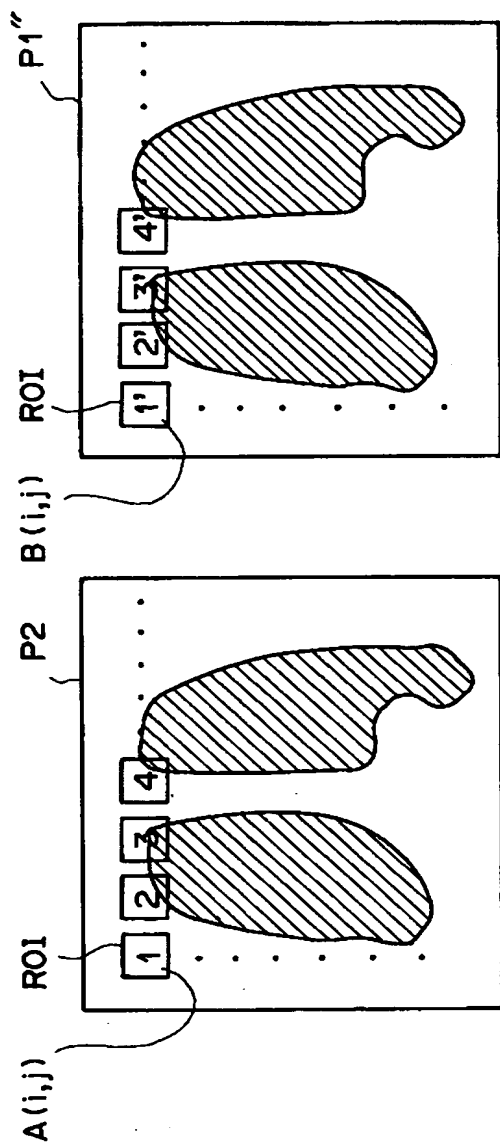
【図 6】



【図 7】



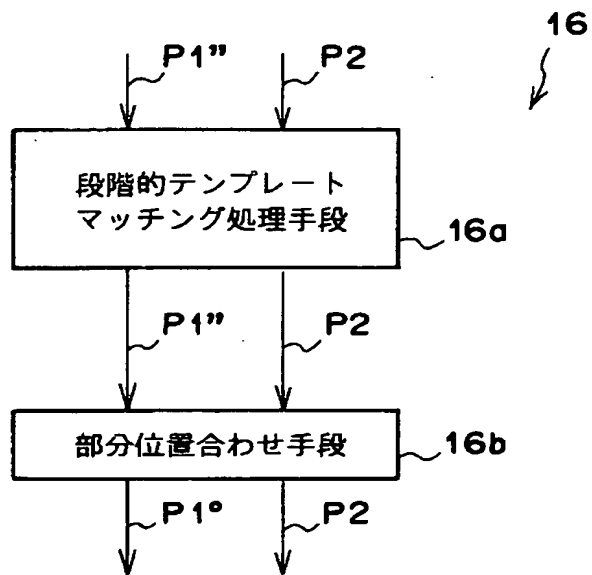
【図 8】



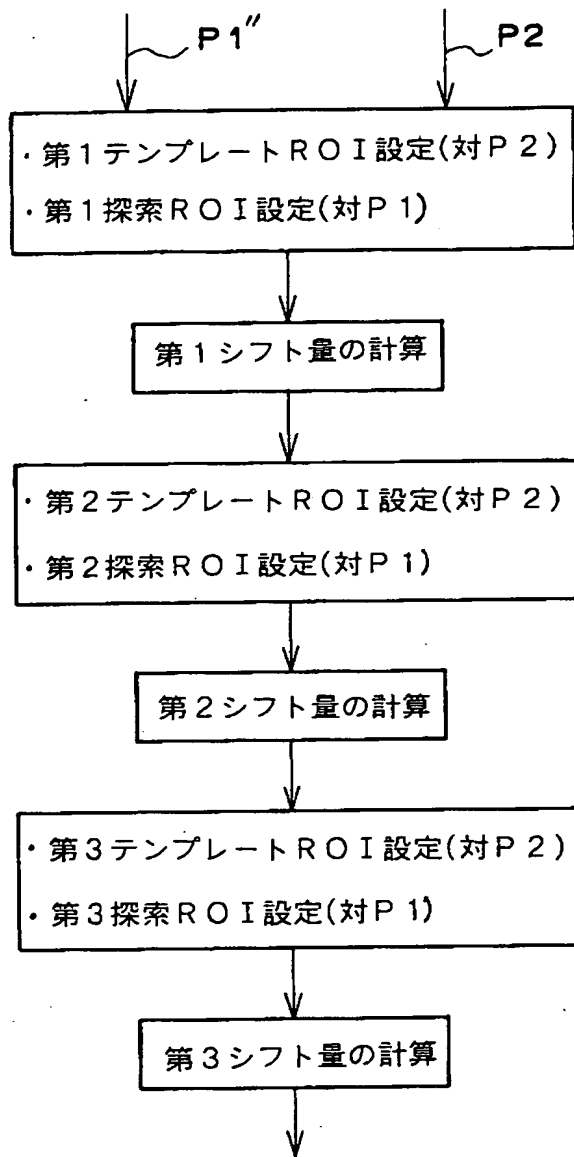
(2)

(1)

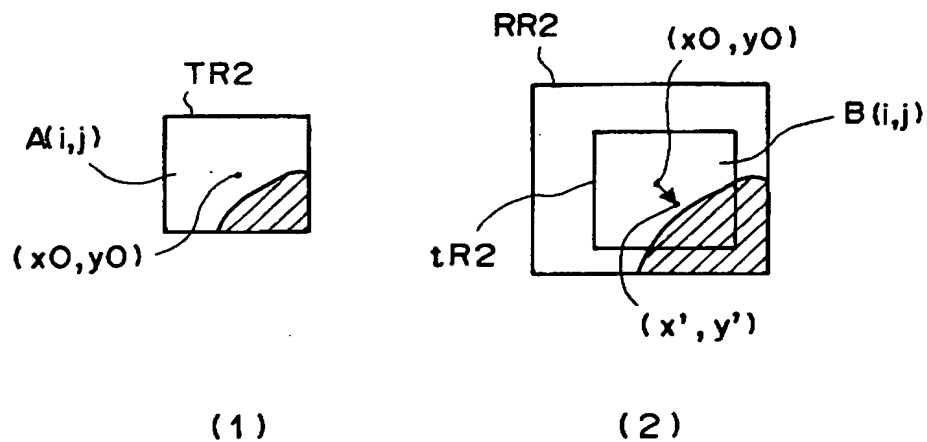
【図 9】



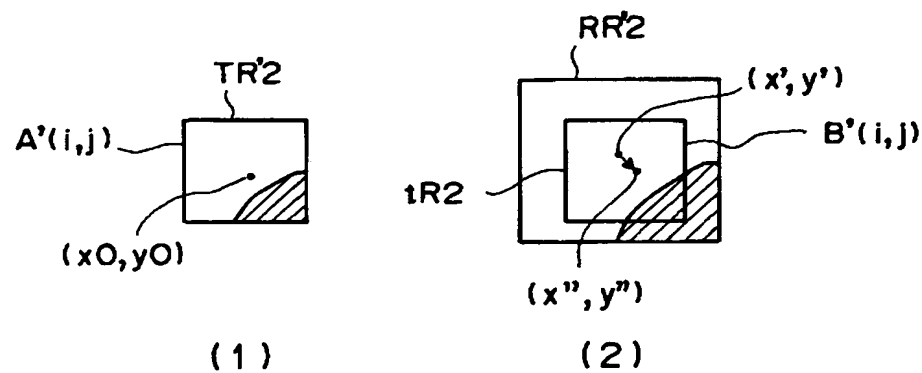
【図 1 0】



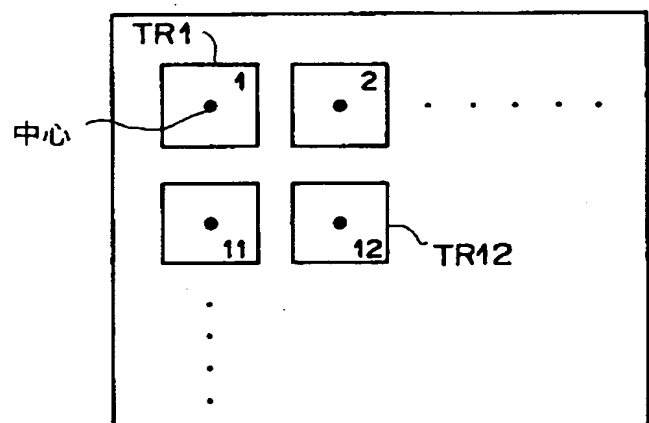
【図 1 1】



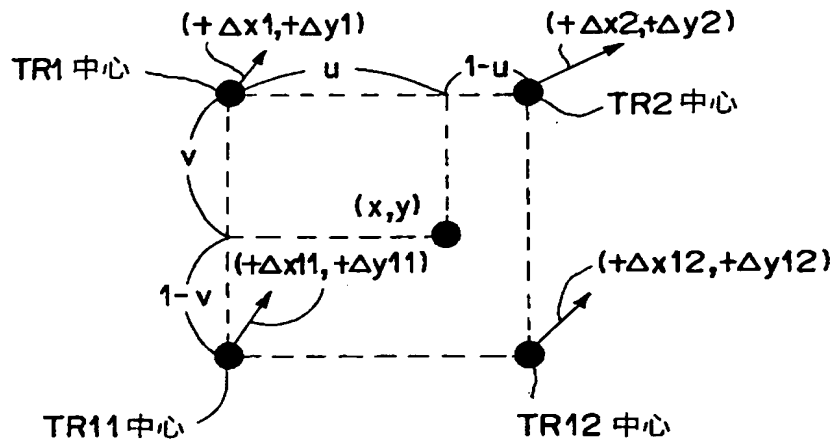
【図 1 2】



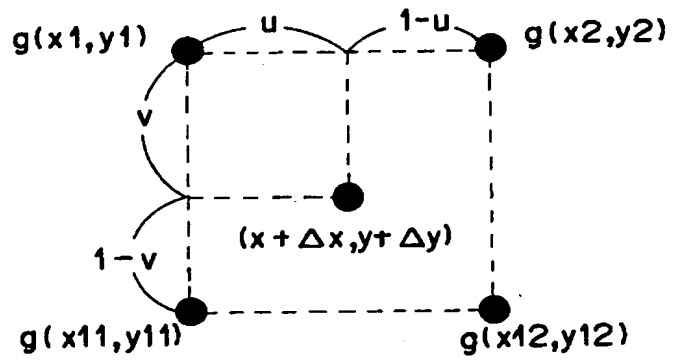
【図 1 3】



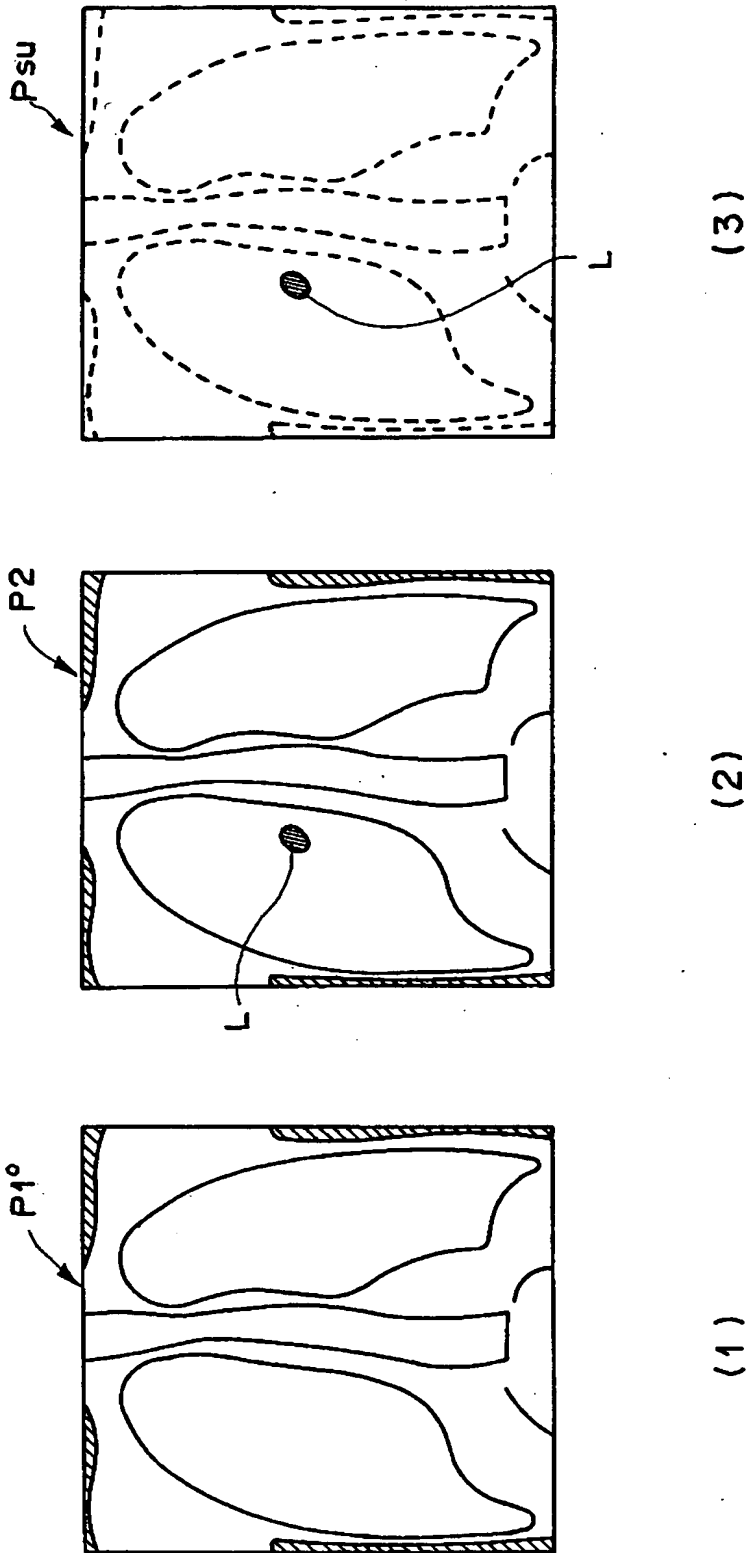
【图 1 4】



【图 1 5】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 比較読影の対象となる同一被写体についての2つの画像を、従来よりも精度よく位置合わせする。

【解決手段】 同一被写体についての2つの画像P1，P2の概略位置合わせを行なうべく第1画像P1に変換処理を施す概略位置合わせ手段14と、概略位置合わせがなされた第1画像P'（変換処理が施された後の第1画像），P2中の、位置ずれ程度が高い局所領域を選択する領域選択手段15と、選択された局所領域およびその近傍領域について再度位置合わせを行なう再位置合わせ手段16とを備える。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2000-140331
受付番号	50000589892
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成12年 5月15日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 5月12日
【特許出願人】	
【識別番号】	000005201
【住所又は居所】	神奈川県南足柄市中沼 210 番地
【氏名又は名称】	富士写真フイルム株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100073184
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-20 B ENEX S-1 7階 柳田国際特許事務所
【氏名又は名称】	柳田 征史
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090468
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-20 B ENEX S-1 7階 柳田国際特許事務所
【氏名又は名称】	佐久間 剛

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日	1990年 8月14日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県南足柄市中沼210番地
氏 名	富士写真フイルム株式会社